

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-260402

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月29日

| (51) Int.Cl. ⁸ | 識別記号 | F I |
|---------------------------|-------|----------------------|
| G 0 2 F 1/1335 | 5 1 0 | G 0 2 F 1/1335 5 1 0 |
| | 5 3 0 | 5 3 0 |
| 1/13 | 5 0 0 | 1/13 5 0 0 |
| G 0 9 F 9/35 | 3 2 1 | G 0 9 F 9/35 3 2 1 |

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-188503

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月14日

(31) 優先権主張番号 特願平8-245346

(32) 優先日 平8(1996) 9月17日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平9-8072

(32) 優先日 平9(1997) 1月20日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 奥村 治

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 前田 強

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

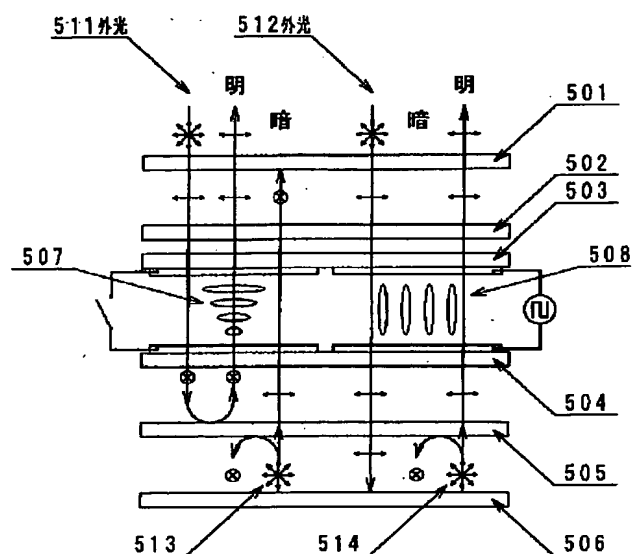
(74) 代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

(54) 【発明の名称】 半透過反射型液晶装置及び電子機器

(57) 【要約】

【課題】 反射型表示でも透過型表示でも、明るくコントラストが高い半透過反射型液晶装置を提供する。

【解決手段】 少なくとも、所定の直線偏光成分を吸収し残りの偏光成分を透過する吸収型偏光板501と、液晶セルと、所定の直線偏光成分を反射し残りの偏光成分を透過する反射型偏光板505と、光源506とを備えた半透過反射型液晶装置であって、前記吸収型偏光板側から入射し、前記液晶セルの非選択領域を通過した光が、少なくとも前記光源の最大強度波長において、概ね直線偏光状態にあることを特徴とする。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも、所定の直線偏光成分を吸収し残りの偏光成分を透過する吸収型偏光板と、透明電極を備えた一対の基板間に液晶組成物を挟んで成る液晶セルと、所定の直線偏光成分を反射し残りの偏光成分を透過する反射型偏光板と、光源とを備え、これらを前記の順に配置した半透過反射型液晶装置であって、前記吸収型偏光板側から入射し、前記液晶セルの非選択領域を通過した光が、少なくとも前記光源の最大強度波長において、概ね直線偏光状態にあることを特徴とする半透過反射型液晶装置。

【請求項2】請求項1記載の半透過反射型液晶装置であって、前記吸収型偏光板側から入射し、前記液晶セルの選択領域を通過した光が、少なくとも波長550nmにおいて、概ね直線偏光状態にあることを特徴とする半透過反射型液晶装置。

【請求項3】請求項1または請求項2記載の半透過反射型液晶装置であって、前記吸収型偏光板と反射型偏光板の間に、前記液晶組成物の他に少なくとも1枚の光学的異方体を備えたことを特徴とする半透過反射型液晶装置。

【請求項4】請求項1乃至請求項3記載の半透過反射型液晶装置であって、前記液晶組成物が液晶セル内で180度以上270度以下ねじれた配向をしていることを特徴とする半透過反射型液晶装置。

【請求項5】請求項1乃至請求項4記載の半透過反射型液晶装置であって、前記反射型偏光板が前記光源の最大強度波長において95%以上99.95%以下の偏光度を有することを特徴とする半透過反射型液晶装置。

【請求項6】請求項1乃至請求項5記載の半透過反射型液晶装置であって、前記光源の最大強度波長が、緑色以外の光の波長であることを特徴とする半透過反射型液晶装置。

【請求項7】請求項1乃至請求項6記載の半透過反射型液晶装置を、表示部として備えたことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半透過反射型液晶装置に関し、さらに、この半透過反射型液晶装置を搭載した携帯電話、ウォッチ、携帯情報機器等の電子機器に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶装置は基本的に受光型の表示装置であるから、これを暗闇で観察するためには、何らかの補助光源が必要である。そこで液晶セル背面に光源を配置し、必要に応じて反射型表示と透過型表示を切り替えて使う方式が考案された。これが半透過反射型液晶装置である。

【0003】従来の半透過反射型液晶装置の構成を図1

2

4を用いて説明する。図14において、1401は上側偏光板、1402は位相差フィルム、1403は上側ガラス基板、1404は透明電極、1405は液晶層、1406はシール部、1407は下側ガラス基板、1408は下側偏光板、1409は半透過反射板（ハーフミラー）、1410は導光板、1411は光源である。半透過反射板1409は、例えば特開昭55-84975号公報に開示されているような、樹脂中にパール顔料ビーズを分散したシートであり、入射光量の70%を反射し30%を透過する（別のタイプでは50%を反射し50%を透過する）性質がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の半透過反射型液晶装置は、半透過反射板を利用しているために、反射型表示が暗く（通常の反射型液晶装置と比べても50%~70%程度の明るさ）、しかもバックライト光の利用効率が低いために透過型表示も暗いという課題があった。

【0005】そこで本発明は、反射型表示でも透過型表示でも、明るくコントラストが高い半透過反射型液晶装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の半透過反射型液晶装置は、少なくとも、所定の直線偏光成分を吸収し残りの偏光成分を透過する吸収型偏光板と、透明電極を備えた一対の基板間に液晶組成物を挟んで成る液晶セルと、所定の直線偏光成分を反射し残りの偏光成分を透過する反射型偏光板と、光源とを備え、これらを前記の順に配置した半透過反射型液晶装置であって、前記吸収型偏光板側から入射し、前記液晶セルの非選択領域を通過した光が、少なくとも前記光源の最大強度波長において、直線偏光状態にあることを特徴とする。吸収型偏光板、反射型偏光板については、実施例において詳述する。非選択領域とは、全く電圧が印加されていない領域、あるいはマルチプレックス駆動やアクティブマトリクス駆動における非選択電圧（最小電圧）が印加されている領域を指す。光源とは、狭義には冷陰極管やLED等の発光体であるが、広義には導光板等を備えたバックライトシステム全体を指すことがある。ここでは後者である。また直線偏光状態とは、完全な直線偏光状態に限らずわずかに楕円偏光になった状態をも指す。その範囲は、楕円率にして0.23以下、望ましくは0.10以下である。楕円率が0.23以上であると、その波長におけるコントラストが1:20を下回る（透過型表示の場合）。半透過反射型液晶装置といえども、透過型表示の際には少なくとも1:20のコントラスト比が要求されるから、0.23以下の楕円率は最低必要条件である。しかしながら他にも偏光板の偏光度や種々の散乱等、コントラストを下げる要因が多数存在するため、0.10以下の楕円率であることが望ましい。楕円率が

(3)

3

0.10以下であると、その波長において1:100のコントラストが確保できる。このように構成したため、請求項1記載の半透過反射型液晶装置は、反射型表示、透過型表示ともに明るく、しかも透過型表示において高いコントラストが得られるという利点がある。

【0007】請求項2記載の半透過反射型液晶装置は、請求項1記載の半透過反射型液晶装置であって、前記吸収型偏光板側から入射し、前記液晶セルの選択領域を通過した光が、少なくとも波長550nmにおいて、概ね直線偏光状態にあることを特徴とする。ここで550nmという波長は、人間の視感度が最も高い光の波長である。このように構成したため、請求項2記載の半透過反射型液晶装置は、反射型表示においても高いコントラストが得られるという利点がある。

【0008】請求項3記載の半透過反射型液晶装置は、請求項1または請求項2記載の半透過反射型液晶装置であって、前記吸収型偏光板と反射型偏光板の間に、前記液晶組成物の他に少なくとも1枚の光学的異方体を備えたことを特徴とする。光学的異方体としては、一般的には延伸フィルムのような位相差フィルムが好適だが、高分子液晶フィルムや、液晶セルを用いても良い。このように構成したため、請求項3記載の半透過反射型液晶装置は、比較的広い波長範囲で、前記液晶セルを通過した光が直線偏光になり、特に反射型表示の色付きが小さくなるという利点がある。

【0009】請求項4記載の半透過反射型液晶装置は、請求項1乃至請求項3記載の半透過反射型液晶装置であって、前記液晶組成物が液晶セル内で180度以上270度以下ねじれた配向をしていることを特徴とする。これはいわゆるSTN（スーパー・ツイステッド・ネマチック）という液晶モードであり、高デューティのマルチプレックス駆動を行っても高いコントラストが得られるという特徴がある。ツイスト角の下限は電圧透過率特性が十分な急峻性を持つ角度から、また上限はヒステリシスや配向不良が生じない角度から制限される。本発明の効果は、特にこのSTNモードを利用する際に顕著である。何故ならば、STNモードは複屈折干渉を利用するため、旋光性を利用するTN（ツイステッド・ネマチック）モードと比べて、光の波長による特性の違いが大きいからである。

【0010】請求項5記載の半透過反射型液晶装置は、請求項1乃至請求項4記載の半透過反射型液晶装置であって、前記反射型偏光板が前記光源の最大強度波長で95%以上、望ましくは99%以上、99.95%以下の偏光度を有することを特徴とする。偏光度が95%未満であると、その波長におけるコントラストが1:20を下回る。偏光度が99%未満であると、その波長におけるコントラストが1:100を下回る。偏光度が99.95%以上であるとコントラストは十分であるが、透過率が低くなる。このように構成したため、請求項5記載

4

の半透過反射型液晶装置は、透過型表示において高いコントラストが得られるという利点がある。

【0011】請求項6記載の半透過反射型液晶装置は、請求項1乃至請求項5記載の半透過反射型液晶装置であって、前記光源の最大強度波長が、緑色以外の光の波長であることを特徴とする。このように構成したため、請求項6記載の半透過反射型液晶装置は、暗闇ではなく周囲光が十分ある環境における視認性が向上するという利点がある。また光源が着色しているということ自体、透過型表示時における高コントラスト設計において有利である。

【0012】請求項7記載の電子機器は、請求項1乃至請求項6記載の半透過反射型液晶装置を、表示部として備えたことを特徴とする。このように構成したため、請求項7記載の電子機器は、直射日光下でも暗闇でも明るく高コントラストな表示が可能な上に、消費電力も低いという利点がある。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0014】（実施例1）図1は本発明の請求項1乃至請求項6記載の発明に係る半透過反射型液晶装置の構造の要部を示す図である。まず構成を説明する。図1において、101は吸収型偏光板、102は位相差フィルム、103は上側ガラス基板、104は透明電極、105は液晶層、106はシール部、107は下側ガラス基板、108は光散乱板、109は反射型偏光板、110は半光吸収板、111は導光板、112は光源である。101と102、102と103、107と108、108と109は、それぞれ互いに糊で接着している。また上下の透明電極104の間は広く離れて描いてあるが、これは図を明解にするためであって、実際には数μmから十数μmの狭いギャップを保って対向している。なお図示した構成要素以外にも、液晶配向膜や絶縁膜、アンチグレア膜、スペーサー・ボール、ドライバーIC、駆動回路等の要素も不可欠であるが、これらは本発明を説明する上で特に必要が無く、却って図を複雑にし理解し難くする恐れがあるため、省略した。

【0015】次に各構成要素について順に説明する。吸収型偏光板101は所定の直線偏光成分を吸収し、それ以外の偏光成分を透過する機能を有している。これは現在最も一般に利用されているタイプの偏光板であって、ヨウ素等のハロゲン物質や二色性染料を高分子フィルムに吸着させて作製する。

【0016】位相差フィルム102は、例えばポリカーボネート樹脂の一軸延伸フィルムであって、STN型液晶装置の表示の着色を補償するために利用される。

【0017】液晶層105は180度以上270度以下の角度ねじれたネマチック液晶組成物から成る。ねじれ角は上下ガラス基板表面における配向処理の方向と、液晶

(4)

5

に添加するカイラル剤の分量で決定する。

【0018】光散乱板108には、型押ししたプラスチック板や、ビーズを分散したプラスチック板等が利用できる。また107と109を直接接着し、その接着層中にビーズを混入して光散乱板の代わりとしても良い。光散乱板は、鏡面に近い反射型偏光板の反射光を適度に拡散させる目的で配置するが、無くても表示が可能である。またその位置は、107と109の間以外にも、105に接した位置、102と103の間や101の上面であっても良い。

【0019】反射型偏光板109としては、複屈折性の誘電体多層膜を利用した。この複屈折性の誘電体多層膜は、所定の直線偏光成分を反射し、それ以外の偏光成分を透過する機能を有する。このような反射型偏光板については、国際公開された国際出願（国際出願の番号：WO95/17303、WO95/17691、WO95/17692、WO95/17699、WO95/27919、WO96/19347、WO97/01439、WO97/01440、WO97/01610、WO97/01726、WO97/01774、WO97/01778、WO97/01780、WO97/01781、WO97/01788、WO97/01789、WO97/07653）に開示されている。またこのような反射型偏光板は3M社からD-BEF（商品名）として発売されており、一般に入手可能である。

【0020】反射型偏光板の構成と機能について、図2を用いて説明する。反射型偏光板は、図2に示すように、二種類の高分子層201、202を交互に積層して成る。二種類の高分子は、一つは光弾性率が大きい材料から、もう一つは光弾性率が小さい材料から選ばれるが、その際に両者の常光線の屈折率が概ね等しくなるよう留意する。さて、光弾性率の大きい材料としてPEN（2，6-ポリエチレン・ナフタレート）を、小さい材料としてc o P E N（70-ナフタレート/30-テレフタレート・コポリエステル）を選んだとしよう。両フィルムを交互に積層し、図2の直交座標系203のx軸方向に適度に延伸したところ、x軸方向の屈折率がPEN層において1.88、c o P E N層において1.64となった。またy軸方向の屈折率はPEN層でもc o P E N層でもほぼ1.64であった。この積層フィルムに法線方向から入射する光の内、y軸方向に振動する成分はそのままフィルムを透過する。ところがx軸方向に振動する成分は、PEN層とc o P E N層が、ある一定の条件を満たす場合に限って、反射される。その条件とは、PEN層の光路長（屈折率と膜厚の積）と、c o P E N層の光路長（屈折率と膜厚の積）の和が光の波長の2分の1に等しいことである。もちろん、この条件は単波長の光に対してしか満たすことが出来ないため、ある色の光に対してのみ偏光能が生じる。そこで可視光の広い波長範囲にわたって偏光能を示すよう、様々な光路長

6

を有するPEN層とc o P E N層を組み合わせ、反射型偏光板を構成する。

【0021】図3は、実施例1で利用した反射型偏光板の偏光特性を示す図である。図の横軸は光の波長、縦軸は反射率であって、図2のx軸方向に振動する光の反射率を30.1に、y軸方向に振動する光の反射率を30.2に示した。ほぼ可視光の全域にわたって偏光能を示すが、特に緑～赤色光に対する偏光度が高くなるよう設計している。可視光全体に対する偏光度は98.5%、後述する光源の輝度が最大となる波長645nmにおける偏光度は99.91%である。

【0022】なお反射型偏光板としては、以上述べたような複屈折性の誘電体多層膜の他に、コレステリック相を呈する液晶ポリマーを利用することもできる。これは所定の円偏光成分を反射し、それ以外の偏光成分を透過する機能を有する。これを4分の1波長板と組み合わせると、所定の直線偏光成分を反射し、それ以外の偏光成分を透過する機能を持つ。このような反射型偏光板の詳細については、特開平8-271837号公報に開示されている。またこのような反射型偏光板は、Merck社からTransMax（商品名）という名称で発売されており、一般に入手可能である。

【0023】再び図1に戻って、各構成要素についての説明を続ける。半光吸収板110としては、灰色の半透明フィルムが利用できる。灰色の半透明フィルムとしては、可視光の全波長範囲の光に対して10%以上80%以下、より好ましくは50%以上70%以下の透過率を有する散乱性のフィルムが適している。このようなフィルムは、例えば、(株)辻本電機製作所から光拡散フィルムD202（商品名）という名称で発売されている。また部分的に透明な光吸収フィルム、つまり肉眼では観察できない直径数 μm の微細な穴を多数設けた黒色フィルム等も利用できる。また吸収型偏光板を反射型偏光板109と軸をずらして配置しても良い。

【0024】導光板111としては、透明なアクリル板に白色顔料を印刷したものや、同じく透明なアクリル板の片面に微細な穴（あるいは突起）を多数設けたものが利用できる。必要に応じて、導光板に隣接して光拡散板や集光板、反射板等を備えても良い。

【0025】光源112としては、LED（発光ダイオード）や冷陰極管が利用できる。特に、反射型表示と異なる色に発光する光源が好ましい。図4は様々なLEDランプが発する光の分光特性を示す図である。図4において、横軸は光の波長、縦軸は発光強度（任意単位）である。実施例1においては、赤色光401を発するGaAlAs系のLEDを利用した。

【0026】本発明で利用されるバックライトは、要は外光の反射が少なければ良い。図1の半光吸収板110、導光板111、光源112の構成は、その一例である。その他にも、例えば半光吸収板を設けずに導光板の

(5)

裏に光吸収板を設けるような構成であっても良い。また透明状態あるいは暗い散乱状態から発光するように設計されたELランプを利用すればもっと簡単な構成で済む。

【0027】次に本発明の半透過反射型液晶装置の表示原理について説明する。図5において501は吸収型偏光板、502は位相差フィルム、503は上側ガラス基板、504は下側ガラス基板、505は反射型偏光板、506は光源、507は非選択領域の液晶、508は選択領域の液晶である。

【0028】まず光源506が発光していない場合、即ち反射型表示の場合を考える。上方より入射した外光511、512は、吸収型偏光板501によって直線偏光に変換される。その後、位相差フィルムと液晶セルによって様々に変調されるが、反射型偏光板に入射する際には、ほぼ直線偏光に戻る。但し液晶セルの非選択領域を通過した光と選択領域を通過した光とでは、その直線偏光は互いに直交している。そこで非選択領域を通過した光を反射し、選択領域を通過した光を透過するよう、あらかじめ反射型偏光板を配置しておく。非選択領域では、反射型偏光板を反射した直線偏光が、先程と同じ経路を通過して上方に出射するため、明表示となる。一方選択領域では、反射型偏光板を透過した直線偏光が、光源あるいはその前後の光吸収板で吸収されるため、暗表示となる。

【0029】次に光源506が発光している場合、即ち透過型表示の場合を考える。半透過反射型液晶装置で透過型表示を行う状況では、周囲が十分に暗いと考えられるから、外光511、512は無視できる。光源506から発せられた光は、反射型偏光板によって一方の直線偏光が反射され、残りの直線偏光が透過する。透過した直線偏光は反射型表示と同じ経路を通過して、明～暗の表示を行う。反射した直線偏光は光源あるいはその前後の光吸収板により吸収され失われるが、従来の半透過反射型液晶装置でも吸収型偏光板により半分の光量が失われるので、半透過反射板が無い分だけ本発明の方が光源の利用効率が良い。

【0030】さて、ここで反射型表示で反射型偏光板を反射した直線偏光と、透過型表示で反射型偏光板を透過した直線偏光は、互いに直交している。従って、反射型表示と透過型表示とでは、表示の明暗が反転する。外光が無視できない程度に明るい、両者が混じり合って表示が見えにくくなることもある。このような場合にも、光源の色が液晶セルの反射型表示色と大きく違っている場合には、外光が透過型表示を損なうことが少ない。

【0031】さて以上述べた半透過反射型液晶装置においては、反射型表示と透過型表示で良好な特性を両立させることが難しい。特に、透過型表示における高コントラスト確保は大きな課題である。

【0032】このような課題が生じる原因は、次のよう

8

に考えられる。先の表示原理の説明において「外光511、512が、反射型偏光板に入射する際には、ほぼ直線偏光に戻る」旨を述べたが、実は完全な直線偏光に戻すことは難しく、多くの場合、長細い楕円偏光にしかならなかった。特に可視光の全波長にわたって、また選択領域でも非選択領域でも直線偏光にすることは、事実上不可能であった。

【0033】従来の半透過反射型液晶装置では、反射型表示で高いコントラストが取れるように、選択領域を通過した光の内、人間の目の視感度が高い波長の光が、直線偏光になるように、液晶や偏光板の条件を設定していた。半透過反射板を用いる構成では、これでも良かった。反射型表示でも透過型表示でも選択領域が黒表示であることに変わりはなく、選択領域を暗くしておけばコントラストが確保できたからである。ところが反射型偏光板を用いる本発明の構成では、反射型表示と透過型表示で表示が反転するため、両者で高コントラストを維持することは難しい。

【0034】そこで、本発明では次のような工夫をした。まず光源に色をつけることである。実施例1では赤色LEDを採用した。そうして、反射型表示では白色光、特に視感度の高い緑色光に適した設計を行い、透過型表示では光源色、この場合は赤色光に適した設計を行ったことである。光源色の波長範囲が限られていれば、それに応じた、液晶、位相差板、偏光板の設計を行うことは可能で、反射型偏光板に入射する前に直線偏光に戻す（つまり高コントラストを得る）ことは可能である。また原理上、高い偏光度が取りにくい反射型偏光板も、波長範囲が限られていれば99%以上の高偏光度が実現できる。

【0035】具体的な液晶セルの条件を紹介する。まず図1における液晶層102のリターデーション（複屈折率と層厚の積）を $1.00\mu\text{m}$ 、位相差フィルム102のリターデーションを $0.65\mu\text{m}$ に設定した。図6は各軸の関係を示す図であり、601は吸収型偏光板101の偏光軸（透過軸）、602は位相差フィルムの遅相軸（延伸軸）、603は上側ガラス基板のラビング軸、604は下側ガラス基板のラビング軸、605は反射型偏光板の偏光軸（反射軸）である。ここで、601が602と成す角度611を右32度に、602が603と成す角度612を左77度に、604が603となす角度、即ち液晶のねじれ角613を左240度に、605が604となす角度614を左46度に設定した。

【0036】図7は、実施例1の半透過反射型液晶装置の、反射型表示時における反射率の分光特性を示す図である。ここで701は非選択領域の反射光、702は選択領域の反射光の分光特性である。なお縦軸は同じ液晶と偏光板を互いに軸が平行になるよう配置したものの反射率を100%に規格化した。

【0037】光源112の最大強度波長は図4の401

(6)

9

に示したように645nmであったが、ちょうどこの波長で非選択領域の反射率701がほぼ100%になる。この波長の光が上方から入射し、非選択領域を通過した後の偏光状態は、楕円率（楕円の長軸と短軸の長さの比）が0.08という極めて直線偏光に近い楕円偏光であった。従って、逆に透過型表示の際には十分に暗くなり、1:140という高いコントラストが得られた。一方人間の視感度が最も高い光の波長550nmでは、選択領域の反射率702がほぼ1%になっている。この波長の光が上方から入射し、選択領域を通過した後の偏光状態は、楕円率0.22という比較的直線偏光に近い楕円偏光であった。従って、反射型表示の際にも、反射型表示としては高い1:21というコントラストが得られた。

【0038】このように本発明の半透過反射型液晶装置では、反射型表示と透過型表示の両方で高いコントラストを得ることが出来た。また反射型表示の際は白地に黒の表示、透過型表示の際には黒地に赤の表示となり、明暗が反転しているが、光源が着色しているために、外光が無い場合はもちろん、外光がある場合にも、鮮やかな透過型表示が出来た。

【0039】（実施例2）実施例2の半透過反射型液晶装置の構造も、図1に示した実施例1の半透過反射型液晶装置の構造と変わらない。但し光源として、図4で示した、緑色光402を発するZnSe系のLEDを利用した。従って、反射型表示においても透過型表示においても緑色光で液晶セル条件を最適化した。

【0040】具体的な液晶セルの条件を説明する。まず図1における液晶層102のリターデーション（複屈折率と層厚の積）を $0.86\mu\text{m}$ 、位相差フィルム102のリターデーションを $0.58\mu\text{m}$ に設定した。図6は各軸の関係を示す図であり、601は吸収型偏光板101の偏光軸（透過軸）、602は位相差フィルムの遅相軸（延伸軸）、603は上側ガラス基板のラビング軸、604は下側ガラス基板のラビング軸、605は反射型偏光板の偏光軸（反射軸）である。ここで、601が602と成す角度611を右28度に、602が603と成す角度612を左78度に、604が603となす角度、即ち液晶のねじれ角613を左240度に、605が604となす角度614を左45度に設定した。

【0041】図8は、実施例2の半透過反射型液晶装置の、反射型表示時における反射率の分光特性を示す図である。ここで801は非選択領域の反射光、802は選択領域の反射光の分光特性である。

【0042】光源の最大強度波長は図4の402に示したように550nmであったが、ちょうどこの波長で非選択領域の反射率801がほぼ100%になる。この波長の光が上方から入射し、非選択領域を通過した後の偏光状態は、楕円率0.05という極めて直線偏光に近い楕円偏光であった。従って、逆に透過型表示の際には透

10

過率が十分に下がり、1:360という高いコントラストが得られた。また人間の視感度が最も高い光の波長550nmで、選択領域の反射率802がほぼ0%になっている。この波長の光が上方から入射し、選択領域を通過した後の偏光状態は、楕円率0.10という直線偏光に近い楕円偏光であった。従って、反射型表示の際にも、1:33という高いコントラストが得られた。

【0043】（実施例3）実施例3の半透過反射型液晶装置の構造も、図1に示した実施例1の半透過反射型液晶装置の構造と本質的に変わらない。但し光源として、図4で示した、青色光403を発するSiC系のLEDを利用した。従って、反射型表示においては視感度の高い緑色光で、また透過型表示においては光源の青色光で液晶セル条件を最適化した。

【0044】まず偏光板であるが、図1の吸収型偏光板101は、いわゆる高偏光度タイプのものを利用すれば可視光の全波長領域で95%以上の偏光度を得ることが出来る。ところが反射型偏光板109は可視光の全波長領域で高い偏光度を確保することが難しい。そこで実施例3で利用した反射型偏光板は、特に青～緑色光に対する偏光度が高くなるよう設計している。この反射型偏光板の可視光全体に対する平均偏光度は97%、LEDの輝度が最大となる波長450nmにおける偏光度は98.1%である。

【0045】次に位相差フィルム102であるが、ここでは青～緑の広い波長範囲でSTNの色補償が必要であるため、単純な一軸延伸フィルムではなく、ねじれ配向した高分子液晶フィルムを採用した。

【0046】具体的な液晶セルの条件を説明する。まず図1における液晶層102のリターデーション（複屈折率と層厚の積）を $1.00\mu\text{m}$ 、位相差フィルム（ねじれ高分子液晶フィルム）102のリターデーションを $1.00\mu\text{m}$ に設定した。図9は各軸の関係を示す図であり、901は吸収型偏光板101の偏光軸（透過軸）、902は位相差フィルム（ねじれ高分子液晶フィルム）の上面における配向軸903は位相差フィルムの下面における配向軸、904は上側ガラス基板のラビング軸、905は下側ガラス基板のラビング軸、906は反射型偏光板の偏光軸（反射軸）である。ここで、901が902と成す角度911を左45度に、903が902と成す角度、即ち位相差フィルムのねじれ角912を右240度、903が904となす角度913を左90度に、905が904となす角度、即ち液晶のねじれ角914を左240度に、906が905となす角度915を右90度に設定した。

【0047】図10は、実施例3の半透過反射型液晶装置の、反射型表示時における反射率の分光特性を示す図である。ここで1001は非選択領域の反射光、1002は選択領域の反射光の分光特性である。

【0048】光源の最大強度波長は図4の403に示し

(7)

11

たように450nmであったが、ちょうどこの波長で非選択領域の反射率100.1がほぼ100%になる。この波長の光が上方から入射し、非選択領域を通過した後の偏光状態は、楕円率0.02という極めて直線偏光に近い楕円偏光であった。従って、逆に透過型表示の際には透過率が十分に下がり、1:810という高いコントラストが得られた。また人間の視感度が最も高い光の波長550nmで、選択領域の反射率100.2がほぼ0%になっている。この波長の光が上方から入射し、選択領域を通過した後の偏光状態は、楕円率0.17という直線偏光に近い楕円偏光であった。従って、反射型表示の際にも、1:27という高いコントラストが得られた。

【0049】(実施例4) 実施例4の半透過反射型液晶装置の構造も、図1に示した実施例1の半透過反射型液晶装置の構造と本質的に変わらない。但し光源として、図4で示した、黄色光404を発するGaP系のLEDを利用した。従って、反射型表示においては視感度の高い緑色光で、また透過型表示においては光源の黄色光で液晶セル条件を最適化した。

【0050】図1の液晶層105は90度ねじれたネマチック液晶組成物から成る。即ちTN(ツイステッド・ネマチック)モードを利用した。一般にTNモードは旋光性を利用しており、直線偏光が液晶のねじれに沿って回転するように言われているが、正確にはそうではない。特によく利用されるリターデーションが小さい条件では、楕円偏光に変換される。そこで、実施例4でも実施例1と同様な位相差フィルムを用いて直線偏光に変換する。なお反射型偏光板109も実施例1と同様のものを利用した。

【0051】具体的な液晶セルの条件を説明する。まず図1における液晶層102のリターデーション(複屈折率と層厚の積)を0.56 μm 、位相差フィルム(ねじれ高分子液晶フィルム)102のリターデーションを0.05 μm に設定した。図11は各軸の関係を示す図であり、1101は吸収型偏光板101の偏光軸(透過軸)、1102は位相差フィルムの遅相軸(延伸軸)、1103は上側ガラス基板のラビング軸、1104は下側ガラス基板のラビング軸、1105は反射型偏光板の偏光軸(反射軸)である。ここで、1101が1102と成す角度1111を左8度に、1102が1103となす角度1112を右12度に、1104が1103となす角度、即ち液晶のねじれ角1113を左90度に、1105が1104となす角度1114を右11度に設定した。

【0052】図12は、実施例3の半透過反射型液晶装置の、反射型表示時における反射率の分光特性を示す図である。ここで1201は非選択領域の反射光、1202は選択領域の反射光の分光特性である。

【0053】光源の最大強度波長は図4の404に示したように580nmであったが、ちょうどこの波長で非

12

選択領域の反射率1201がほぼ100%になる。この波長の光が上方から入射し、非選択領域を通過した後の偏光状態は、楕円率0.18という直線偏光に近い楕円偏光であった。従って、逆に透過型表示の際には透過率が十分に下がり、1:28というコントラストが得られた。また人間の視感度が最も高い光の波長550nmで、選択領域の反射率1202がほぼ0%になっている。この波長の光が上方から入射し、選択領域を通過した後の偏光状態は、楕円率0.08という直線偏光に近い楕円偏光であった。従って、反射型表示の際にも、1:41という高いコントラストが得られた。

【0054】(実施例5) 本発明の請求項7記載の電子機器の例を3つ示す。

【0055】実施例2から実施例5で述べた半透過反射型液晶装置は、反射型表示でも透過型表示でも、明るくコントラストが高いという特徴を有する。従って、これらの半透過反射型液晶装置は、あらゆる環境で用いられ、しかも低消費電力を必要とされる携帯機器に最も適している。特に液晶装置の前面にタッチ・キーを備える用途、あるいはカラーフィルタを備えてカラー表示を行う用途といった明るい表示が要求される場合に適している。

【0056】図13(a)は携帯電話であり、本体1301の前面上部部に表示部1302が設けられる。携帯電話は、屋内屋外を問わずあらゆる環境で利用される。特に自動車内で利用されることが多いが、夜間の車内は大変暗い。従って携帯電話に利用される表示装置は、消費電力が低い反射型表示をメインに、必要に応じて補助光を利用した透過型表示ができる半透過反射型液晶装置でなければならない。本発明の半透過反射型液晶装置は、従来の半透過反射型液晶装置の2~3倍明るい反射型表示が可能であるという特徴がある。

【0057】図13(b)はウォッチであり、本体1303の中央に表示部1304が設けられる。ウォッチもあらゆる環境で利用されるため、半透過反射型液晶装置が適している。ウォッチ用途における、もう一つ重要な観点は、ファッション性である。本発明の半透過反射型液晶装置は、反射型表示の際には通常と同じ白地に黒文字の表示であるが、透過型表示の際には黒文字の部分光源色に光らせることができる。このような表示はかつてなかったもので、単に目新しいのみならず、光源色の選択次第で様々なイメージの表示が演出できる。

【0058】図13(c)は携帯情報機器であり、本体1305の上側に表示部1306、下側に入力部1307が設けられる。PDA(Personal Digital Assistant)も携帯情報機器の一種である。携帯性を重視するこのようなPCには反射型表示が適しているが、机上で固定して使う場合も考えて、透過型表示も出来た方が望ましい。しかしながら従来の半透過反射型液晶装置は、タッチ・キーと組み合わせるこ

(8)

13

とを勘案すると、表示が暗すぎた。このような用途にも、本発明の半透過反射型液晶装置が適している。

【0059】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の半透過反射型液晶装置は、反射型表示でも透過型表示でも、明るくコントラストが高い半透過反射型液晶装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1、実施例2、実施例3、実施例4における半透過反射型液晶装置の構造の要部を示す図である。

【図2】本発明の実施例1における半透過反射型液晶装置で用いた反射型偏光板の構成を示す図である。

【図3】本発明の実施例1における半透過反射型液晶装置で用いた反射型偏光板の偏光特性を示す図である。

【図4】本発明の実施例1、実施例2、実施例3、実施例4における半透過反射型液晶装置で用いたLEDランプが発する光の分光特性を示す図である。

【図5】本発明の半透過反射型液晶装置の表示原理を示す図である。

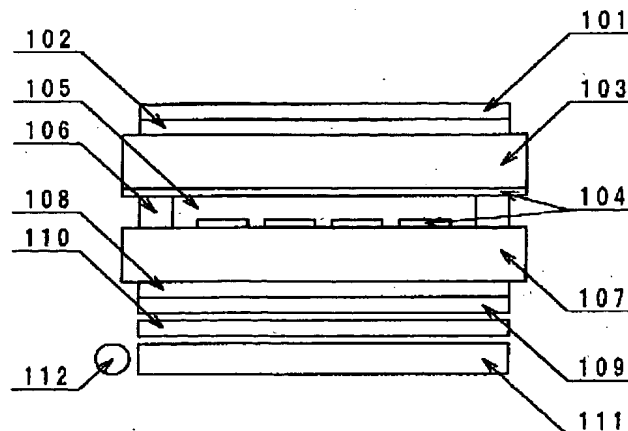
【図6】本発明の実施例1及び実施例2における半透過反射型液晶装置の、各軸の関係を示す図である。

【図7】本発明の実施例1における半透過反射型液晶装置の、反射型表示時における反射率の分光特性を示す図である。

【図8】本発明の実施例2における半透過反射型液晶装置の、反射型表示時における反射率の分光特性を示す図である。

【図9】本発明の実施例3における半透過反射型液晶装置の、反射型表示時における反射率の分光特性を示す図である。

【図1】



14

【図10】本発明の実施例3における半透過反射型液晶装置の、反射型表示時における反射率の分光特性を示す図である。

【図11】本発明の実施例4における半透過反射型液晶装置の、反射型表示時における反射率の分光特性を示す図である。

【図12】本発明の実施例4における半透過反射型液晶装置の、反射型表示時における反射率の分光特性を示す図である。

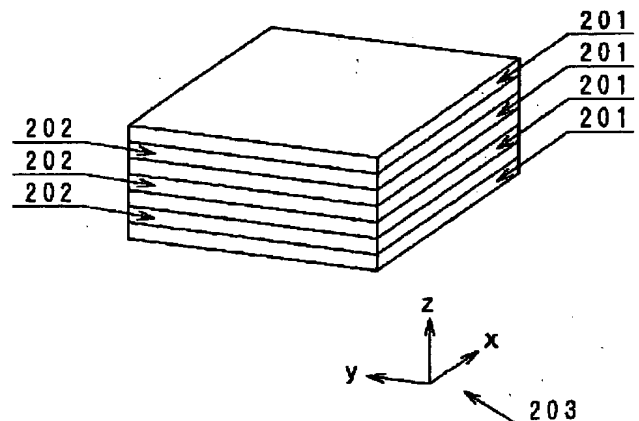
【図13】本発明の実施例5における電子機器の、外観を示す図である。(a)携帯電話、(b)ウォッチ、(c)携帯情報機器。

【図14】従来の半透過反射型液晶装置の構造の要部を示す図である。

【符号の説明】

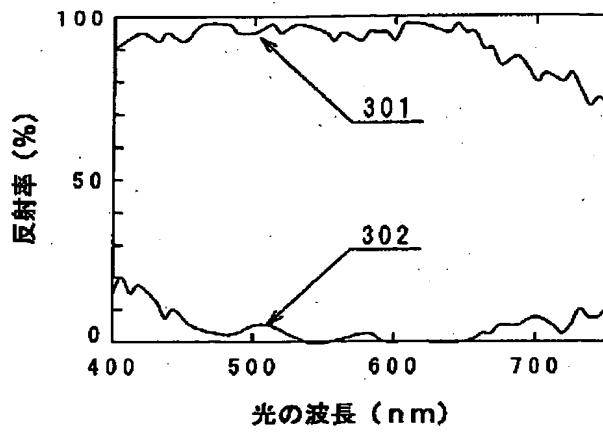
- 101 吸収型偏光板
- 102 位相差フィルム
- 103 上側ガラス基板
- 104 透明電極
- 105 液晶層
- 106 シール部
- 107 下側ガラス基板
- 108 光散乱板
- 109 反射型偏光板
- 110 半光吸収板
- 111 導光板
- 112 光源
- 201 光弾性率が大きい材料の層
- 202 光弾性率が小さい材料の層
- 203 直交座標系、x軸方向が延伸方向

【図2】

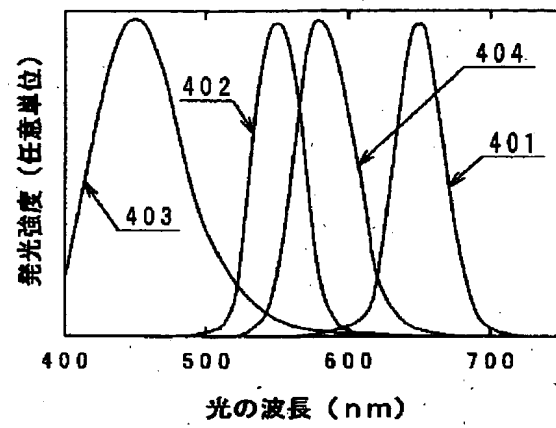


(9)

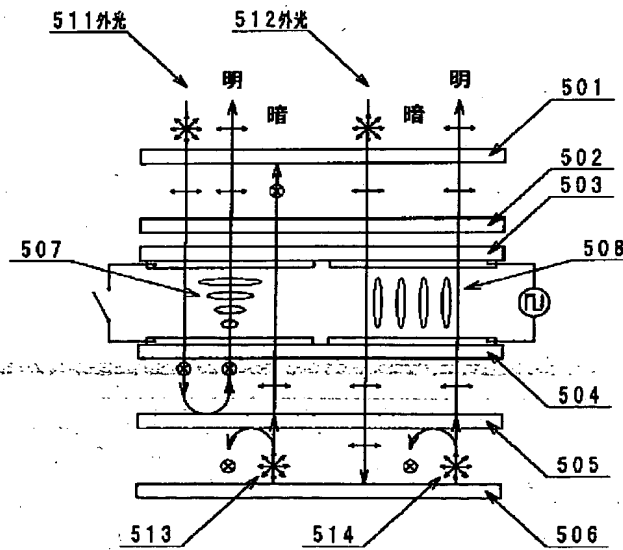
【図3】



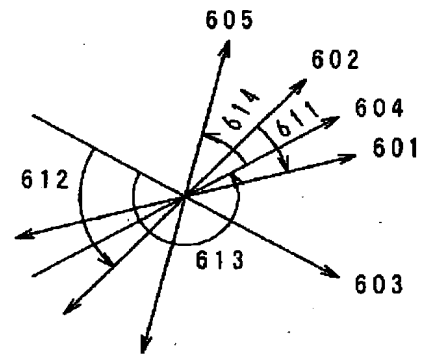
【図4】



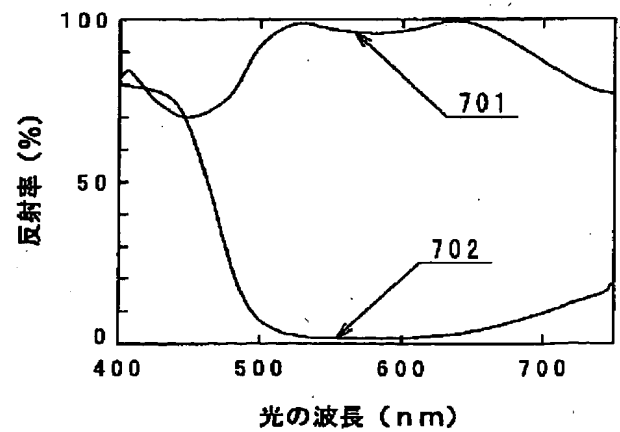
【図5】



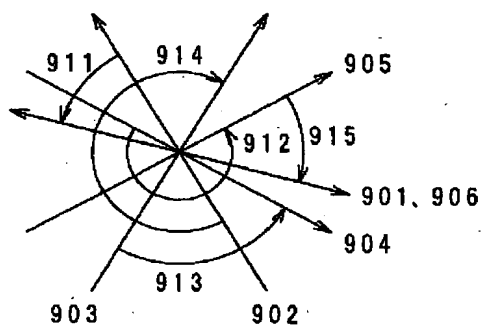
【図6】



【図7】

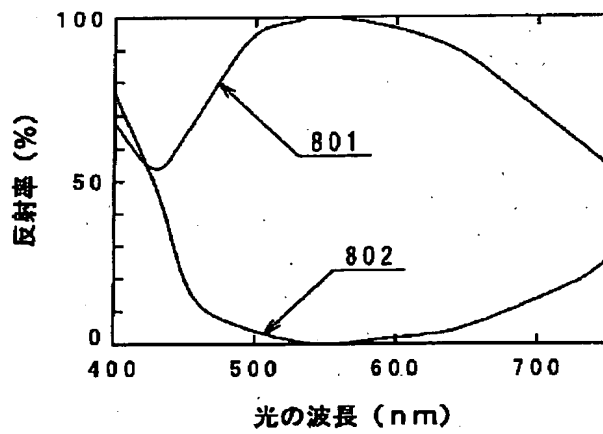


【図9】

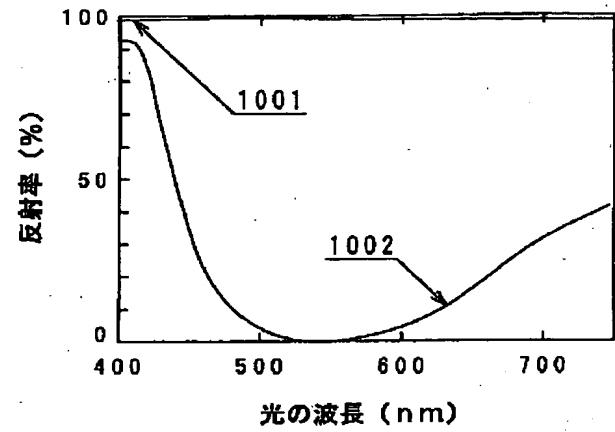


(10)

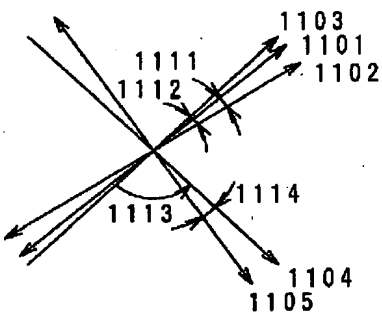
【図8】



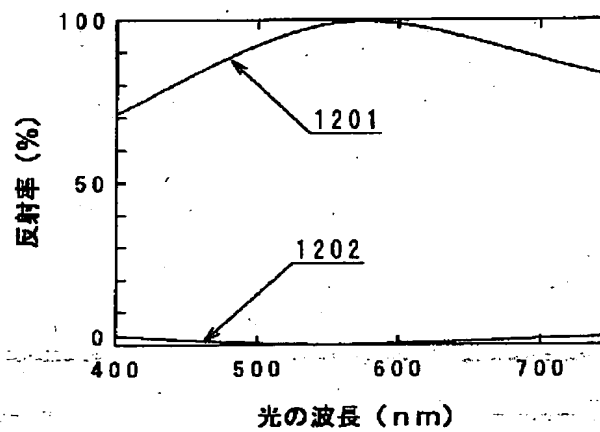
【図10】



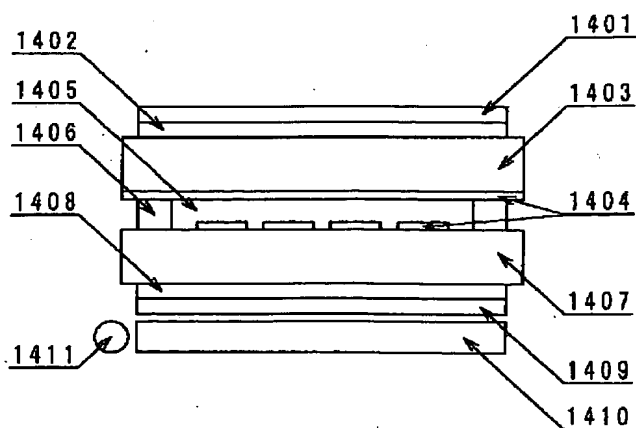
【図11】



【図12】



【図14】



(11)

【図13】

